



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT

**VOL.: 2, NR.: 65**

Overvåking av bevaringsforhold for kulturlag under  
"Foyn kjøpesenter" i Storgata 30-32 i Tønsberg  
Statusrapport II for miljøbrønn MB5 & MB10 i perioden 2013-15

OVE BERGERSEN

NIBIO miljø og naturressurser

**TITTEL/TITLE**

Overvåking av bevaringsforhold for kulturlag under "Foyen kjøpesenter" i Storgata 30-32 i Tønsberg.  
Statusrapport II for miljøbrønn MB5 & MB10 i perioden 2013-15

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Ove Bergersen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
25.03. 2016	2(65) 2016	Åpen	8245	Arkivnr 2016
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01636-6		2464-1162	13	

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Riksantikvaren, Distriktskontor Tønsberg  
Norsk institutt for kulturminneforskning,  
Distriktskontor Trondheim

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Jens Rytter  
Anna H. Petersén

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Redoksforhold, bevaring, kulturminner,  
Miljøovervåking, nedbrytning  
Redox conditions, preservation, remains,  
degradation

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Miljøovervåking  
Middelalderbyen Tønsberg

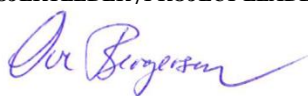
**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Rapporten oppsummerer den andre perioden av overvåking av kulturlag under et nytt bygg Foyen eiendom i Storgata 30-32 i Tønsberg. Data for overvåkingene er hentet fra 2 miljøbrønner, MB5 og MB10, satt ned før ferdigstillelse av nytt bygg. Miljøbrønnene er satt ned i mettet sone med grunnvann og overvåking skal skje videre til 2017. Kulturlagene ligger ved stabile forhold. NIBIO har ikke observert store forandringer og svingninger i måleparameterne andre periode av overvåkingen med unntak av at temperaturen i grunnvannet har steget 4-5 grader, noe som kan være en påvirkning fra kjøpesenteret.

**LAND/COUNTRY:** Norge  
**FYLKE/COUNTY:** Vestfold  
**KOMMUNE/MUNICIPALITY:** Tønsberg  
**STED/LOKALITET:** Foyen eiendom Storgata 30-32

**GODKJENT /APPROVED**

TROND MÆHLUM SENIORFORSKER

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

OVE BERGERSEN SENIORFORSKER



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# INNHold

1	INNLEDNING .....	4
1.1	Bakgrunn .....	4
1.2	Mål for overvåkingen .....	4
2	MATERIALE OG METODER.....	6
2.1	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner .....	6
2.2	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag.....	6
2.3	Overvåking av kulturlag fra miljøbrønnene MB5 og MB10.....	8
3	RESULTATER & DISKUSJON.....	9
3.1	Grunnvannets høyde og temperatur i miljøbrønner under nytt bygg.....	9
3.2	Grunnvannets pH, ledningsevne og redoksforhold under nytt bygg.....	11
3.3	Avvik i måleperioden.....	11
4	KONKLUSJONER.....	13

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Det berørte område ligger i verneområdet for middelalderbyen Tønsberg der Riksantikvaren som forvaltningsmyndighet behandler søknader om inngrep i bygrunnen.

Det aktuelle tiltak går tilbake til 2008 da Riksantikvaren ga NIKU, Tønsberg i oppdrag å utarbeide budsjett og prosjektbeskrivelse for varslet plan om utvidelse av shoppingsentret Tønsberg Torv, Storgaten 30-32. Arbeidet ble ikke realisert i 2008 ettersom tiltakshaver utsatte utbygningsplanene, men tiltakshaver, AC NOR gruppen ASA, kontaktet i 2010 Riksantikvaren på ny med søknad om å få fortsette prosjektet med noen endringer. Det ble fattet nytt vedtak og Riksantikvaren gav NIKU i oppdrag å oppjustere opprinnelig budsjett og utføre miljøovervåking av kulturlagene under nytt bygg.

Tiltakshaver i prosjektet er AC NOR gruppen ASA og kontaktperson er Ronny Strømnes. Ny tiltakshaver av tomten og ferdigstillelse av bygg er utført av Kristiansen og Bernhardt AS datert 27.01.2014, på vegne av Foyns Eiendom AS v/Pål Egeland.

Prosjektet omfattet et miljøovervåkings program med varighet på 5 år. Anna Petersén ved NIKU distriktskontor Trondheim er prosjektleder med ansvar for projektering og koordinering av oppdraget. Miljøovervåkingen utføres av NIBIO (tidligere Bioforsk) ved seniorforsker Ove Bergersen i samarbeid med NIKU.

Den første forundersøkelsen ble foretatt i august 2010 i tomtens bakgård (Bergersen & Petersen 2010). Her ble det påvist kulturlag godt bevart og en miljøbrønn (MB6) ble etablert (Bergersen 2012). Resultatene fra overvåking av grunnvannet på tomten i store deler av 2011 viste ustabilitet og forandringer i startfasen. De første grunnvannstemperaturer på utsiden av nytt bygg (MB6, nå ikke i drift) viste et gjennomsnitt på 13 °C. En ny forundersøkelse på grunn av nye byggeplaner og nye pælepunkt ble foretatt i 2011. Miljøovervåkingen startet i MB10 i juli 2013 og MB5 i februar 2014. Første status rapport I ble skrevet for perioden 2013- 2014 (Bergersen 2015).

Dette er statusrapport II for perioden oppstart juni 2013 til mars 2016 for MB10 og januar 2014 til mars 2016 for MB5.

## 1.2 Mål for overvåkingen

Målet for prosjektet er å oppnå detaljert kunnskap om bevaringsforholdene for kulturlagene under gulvet i det nye kjøpesenteret etter ferdigstillelse. Bygget er fundamentert på peler gjennom kulturlagene til fjell. Lokaliteten for miljøbrønner er en KIWI kolonialbutikk.



Figur 1. Oversikt over tomten Foyn Eiendom mellom Rådhusgaten og Tjømegaten.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner

I rapporten blir det brukt uttrykk som trenger en forklaring fordi de brukes forskjellig i ulike fagområder eller de er lite kjent.

**Kulturlag:** Lag med materiale knyttet til menneskelig aktivitet. Kulturlag kan variere meget i form, utseende, sammensetting og innhold beroende på lokalitet, tidsalder, type aktivitet og jordsmonn.

**Steril grunn:** Naturlig undergrunn, upåvirket av menneskelig aktivitet

**Bevaringstilstand:** Kulturlagenes nåværende tilstand avhengig av pågående og historisk nedbrytning.

**Bevaringsforhold:** Fysiske, kjemiske og mikrobiologiske forhold som er avgjørende for nedbrytningshastighet i kulturlag.

**Redoksreaksjoner:** Redoksreaksjoner består av to delreaksjoner, oksidasjon og reduksjon. Disse reaksjoner foregår vanligvis relativt langsomt men i naturlige systemer fungerer mikroorganismer som katalysatorer slik at reaksjonene foregår mye raskere.

**Aerobe forhold:** Forhold der luft (oksygen) er til stede. Ved aerobe forhold blir organisk materiale og reduserte uorganiske forbindelser oksidert av mikroorganismer som omsetter oksygen (sammenlignbar med menneskelig respirasjon). Ved aerobe forhold kan man forvente en høyere mikrobiell aktivitet enn ved anaerobe forhold.

**Anaerobe forhold:** forhold der luft (oksygen) er fraværende. Ved anaerobe forhold blir organisk materiale oksidert av mikroorganismer som omsetter nitrat, oksidert jern og mangan, sulfat eller oksidert organisk materiale i stedet for oksygen. I naturlige miljøer er anaerobe forhold ensbetydende med reduserende (reduktive) forhold, men i hvilken grad forholdene er reduserende, varierer.

**Reduserende (reduktive) forhold:** Avhengig av forbindelsen som blir redusert, snakker man om nitratreduserende, jern- og manganreduserende, sulfatreduserende og metanogene forhold. Jo mer redusert redoksforholdene er, jo lavere er den mikrobielle aktiviteten.

### 2.2 Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile kjemisk fysiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativt lav. Stabile kjemisk fysiske forhold fører til at naturlige gradienter (f.eks. hydrauliske gradienter eller konsentrasjonsgradienter), som ofte holder naturlige kjemiske prosesser i gang, avtar. Dette medfører langsommere nedbrytning av kulturlag.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale eller korrosjon av metaller parallelt med reduksjon av andre forbindelser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner og bruker denne energien til bl.a. oppbygging av biomasse. Mest energi får mikroorganismer hvis de kan bruke oksygen til å oksidere organisk materiale.



Noe mindre energi genereres hvis det brukes nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og enda mindre ved å bruke treverdig jern, Fe(III), fireverdig mangan (Mn (IV)), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) eller oksidert organisk materiale, se også figur 2.

I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når all oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold.

Under metanogene forhold observerer man den langsomste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidasjon av metallgjenstander. Raskest foregår nedbrytning av organiske gjenstander under aerobe forhold. Nedbrytningshastigheten vil som oftest avta i rekkefølge nitrat-, mangan-, jern-, sulfatreduserende til metanogene forhold. Oksidative og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennemerker bra til utmerkede bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold taes i betraktning. I tabell 3 er det illustrert en enkel oversikt som viser generelt hvordan kulturlagene vurderes på bevaringsforhold. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det orange markerte område vises nivåer av målte kjemiske parameter for typisk oksiderende forhold, men reduserende forhold er vist med blått.

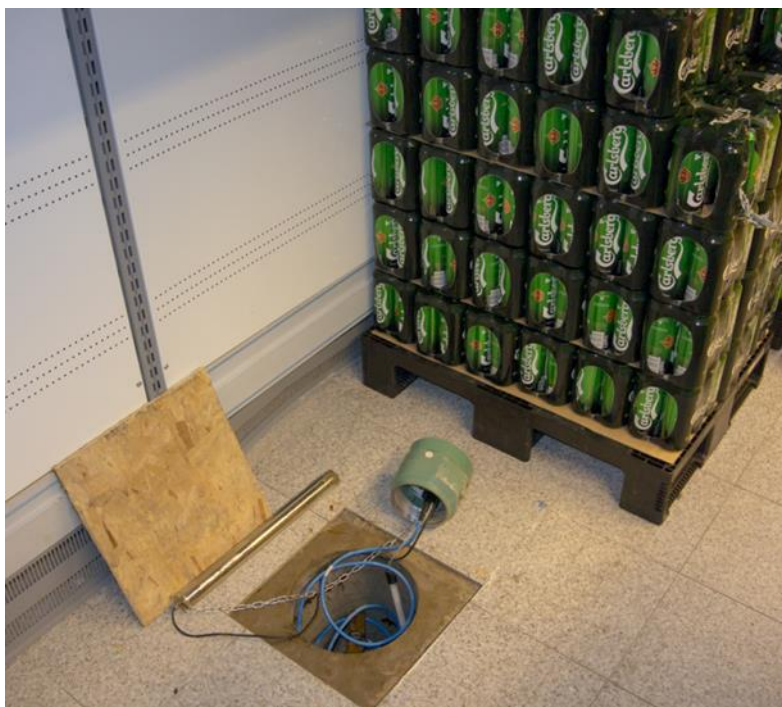
Redoksforhold i grunnen kan karakteriseres ved å måle redoks sensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan): Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene bruker oksygen til å bryte ned organisk materiale. Ved slike forhold kan vi forvente at nitrogen foreligger i stor grad som nitrat og ikke som ammonium, jern foreligger som oksidert jern (III) og konsentrasjon av sulfid vil som regel være svært lavt. Hvis forholdene derimot er jernreduserende, vil all oksygen og nitrat allerede vært brukt opp av mikroorganismer og nitrogen vil foreligge som ammonium. Det vil kunne måles høyere konsentrasjoner av jern (II) i porevann og jord, men det er ikke ventet høye sulfidkonsentrasjoner.

Andre miljøforhold som vil påvirke bevaring av kulturlag er massenes permeabilitet og vannmetning. Dette vil styre gjennomstrømning av (oksygenrikt) vann gjennom massene og diffusjon av oksygen i porene. Dessuten vil tilstedeværelse av giftige forbindelser kunne hemme nedbrytningen av organisk materiale.

Syre og løselige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein.

## 2.3 Overvåking av kulturlag fra miljøbrønnene MB5 og MB10

For detaljert informasjon om plassering og etablering miljøbrønnene og installasjon av overvåkingsutstyr viser vi til Bergersen (2015). Bildet nedenfor viser plassering av MB10 i gulvet i KIWI butikken i kjøpesenteret.



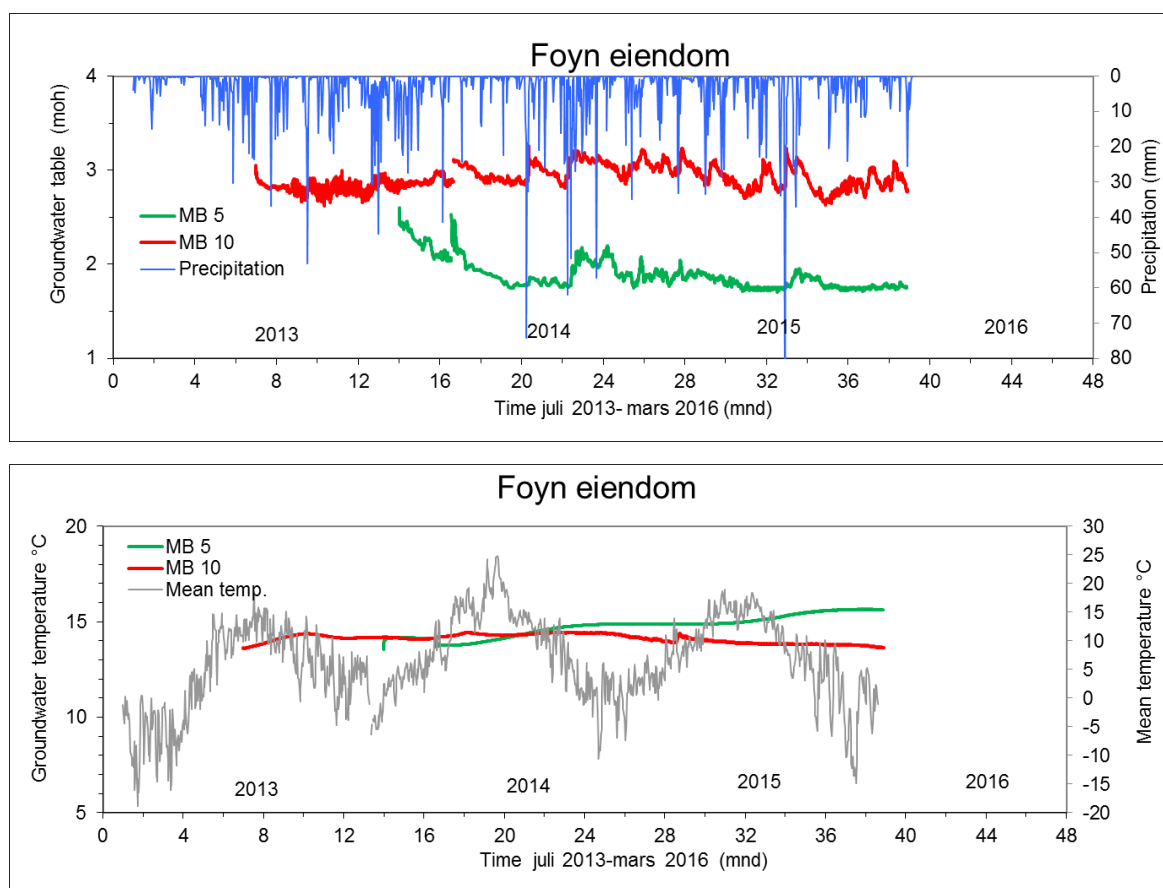
MB10 i Kiwibutikk (Koordinat: X 6 570 635,346 Y 580 242,442, markoverflate 4,253 moh. MB5 er fortsatt ikke funnet men har koordinatene: X 6 570 625,628 Y 580 200,483, markoverflate 4,319 moh.). Logger har fortsatt strøm, men bør letes opp hvis mulig hvis overvåking fortsatt skal fungere.



## 3 RESULTATER & DISKUSJON

### 3.1 Grunnvannets høyde og temperatur i miljøbrønner under nytt bygg

Grunnvannsnivået etter at nytt bygg er ferdigstilt har ikke forandret seg mye, men fluktuerer noe med nedbørsmengden i Tønsberg (Figur 2). Nivået til grunnvannet i begge miljøbrønner viser at fluktueringen er noe større i MB10 enn i MB5. Utslagene sees bedre når nedbøren overstiger 60-70mm/d. I denne rapporten er det beregnet min, maks, median og gjennomsnitt grunnvannshøyde for de ulike år vist i Tabell 1 og 2. På disse årene har grunnvannet steget med 10 cm i miljøbrønn MB10 (2.82- 2.93 moh) og er mer uforandret i MB5 på 1.83 moh. MB5 viste noe høyere grunnvann i starten av måleperioden fra 2014 grunnet rengjøring og spyling. Etter at den stabiliserte seg ligger gjennomsnittlig grunnvannsnivå omtrent 1 m lavere enn i MB10. Fluktueringen i MB10 viser ca 0,60 cm forskjell mellom min og max høyde. Fluktueringen i MB5 viser forskjell på 0,35 cm etter at grunnvannet stabiliserte seg i 2015 på ca. 1.82 moh. Grunnvannstemperaturen i MB10 var stabil på omkring 14.2 °C. I MB5 ble gjennomsnitt grunnvannstemperatur målt til 14.3°C i 2015 som steg til 15.1 °C i 2016.



Figur 2. Grunnvannsnivå (over) og temperatur (under) i miljøbrønnene MB5 og MB10 sammenstilt med nedbørsdata og utetemperaturer fra Tønsberg (data fra [www.yr.no](http://www.yr.no)).

Sistnevnte brønn påvirkes trolig av temperaturen i butikklokalet. Temperaturen fluktuerer ikke med utetemperaturen, og ligger ca. 2 grader høyere enn i nærliggende miljøbrønner fra Nedre Langgate (Bergersen 2013, 2014). Begge disse to overvåkingsbrønnene ser ut til å bli påvirket av varme fra kjeller og hus. Overvåking i fem år fra en brønn uten påvirkning fra hus viste middeltemperatur i grunnvann på 9-10 grader som er opp til 4-5 grader lavere (Bergersen 2013). Denne brønnen vil være en referanse for målingene videre siden den ligger på omtrent samme nivå som MB5 og MB10. Studier på nedbryting av organisk materialet ved NIBIO (Petersén & Bergersen 2015) og undersøkelser utført ved Nationalmuseet i Danmark (Hollesen & Matthiesen, 2011) viser at ved omkring 10 grader skjer det svært lite, men økning fra 10 og 15 grader øker nedbrytningshastigheten vesentlig, spesielt med oksygen tilgjengelig. Under nybygget til Foyn Eiendom er grunnvannet uten oksygen, noe som er gunstig for god bevaring. Nedbrytingsraten på kulturlagene kan øke når temperaturen er 15 grader, selv uten oksygen. Dette avhenger hvor tilgjengelig det organiske materialet er for nedbryting fra anaerobe organismer til stede i kulturlaget og i grunnvannet.

I denne rapporten har vi også beregnet medianen\* på dataseriene for alle sensorer fra hver brønn for bedre å kunne vurdere evt. forskjeller mellom brønnene.

*\* Median verdi: I statistikk er median et sentralitetsmål som defineres som verdien til tallet som deler et utvalg i to deler slik at hver del har like mange elementer. Fordelen ved å bruke median i forhold til middel eller gjennomsnittverdi er at median er stabil overfor ekstreme observasjoner (som blant annet kan fremkomme ved målefeil).*

Tabell 1. Max, min, median og gjennomsnittverdier av grunnvannsnivå, grunnvannets temperatur, pH, ledningsevne og redoksforhold beregnet i MB10 årene 2013, 2014 og 2015.

<b>2013</b>	MB10 Grunnvann moh	MB10 Temp °C	MB10 pH	MB10 Ledningsevne mScm -1	MB 10 Redoks mV
Min	2.62	13.60	5.44	1.33	-464
Max	3.05	14.38	6.71	3.91	-283
Median	2.82	14.16	5.50	3.35	-400
Gj.Snitt	2.82	14.12	5.61	3.22	-406
<b>2014</b>	MB10 Grunnvann moh	MB10 Temp °C	MB10 pH	MB10 Ledningsevne mScm -1	MB 10 Redoks mV
Min	2.76	14.08	5.77	0.47	-492
Max	3.26	14.45	7.54	3.96	-345
Median	2.90	14.19	6.73	3.31	-443
Gj.Snitt	2.93	14.26	6.68	3.30	-443
<b>2015</b>	MB10 Grunnvann moh	MB10 Temp °C	MB10 pH	MB10 Ledningsevne mScm -1	MB 10 Redoks mV
Min	2.63	13.78	7.30	2.81	-502
Max	3.24	14.44	7.75	3.05	-475
Median	2.94	13.94	7.50	2.89	-481
Gj.Snitt	2.93	13.99	7.51	2.89	-484

### 3.2 Grunnvannets pH, ledningsevne og redoksforhold under nytt bygg

Ledningsevnen (saltinnholdet i grunnvannet) svinger opp og ned i starten av overvåkingsperioden når bygget ikke var ferdig, men har sunket og stabilisert seg på omkring  $2.8 \text{ mScm}^{-1}$  etter at bygget er ferdig. pH er relativt lav både i MB10 og MB5. I løpet av 2014 har pH vist nøytrale forhold i MB10, mens det fortsatt er noe lavt i MB5. Positivt er at pH har steget til 7.5 i MB10 og 7.0 i MB5 i slutten av måleperioden (Figur 3 og Tabell 1 & 2).

Tabell 2. Max, min, median og gjennomsnittverdier av grunnvannsnivå, grunnvannets temperatur, pH, ledningsevne og redoksforhold beregnet i MB5 årene 2014 og 2015.

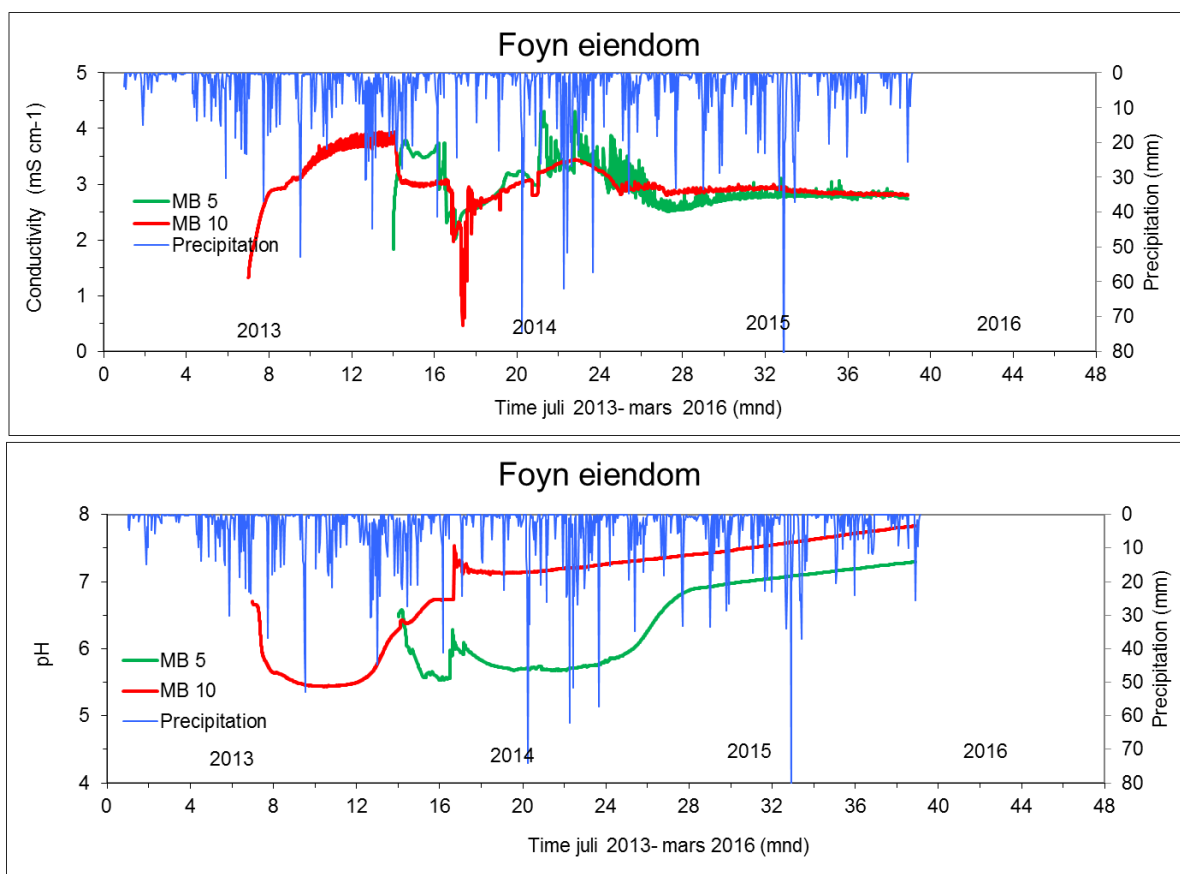
2014	MB 5 Grunnvann moh	MB 5 Temp °C	MB 5 pH	MB 5 Ledningsevne mScm -1	MB 5 Redoks mV
Min	1.74	13.54	5.53	1.83	-462
Max	2.60	14.86	6.57	4.31	-26
Median	1.85	14.16	5.73	3.22	-424
Gj. Snitt	1.89	14.26	5.78	3.18	-410
2015	MB 5 Grunnvann moh	MB 5 Temp °C	MB 5 pH	MB 5 Ledningsevne mScm -1	MB 5 Redoks mV
Min	1.71	14.86	5.91	2.51	-498
Max	2.08	15.63	7.22	3.62	-425
Median	1.82	14.91	7.00	2.78	-489
Gj. Snitt	1.82	15.08	6.89	2.78	-479

Redoks-sensorene i begge miljøbrønnene viser verdier lavt ned på redoks-skalaen, omkring -400 mV (Figur 4, Tabell 1 & 2). Dette tyder på gode bevaringsforhold med grunnvann uten innhold av oksygen som kan skade organiske materiale. Kulturlag som ligger i kant med og over grunnvannet vil høyst sannsynlig ha anoksiske forhold siden redoksforholdene i grunnvannet er lavt i begge brønner.

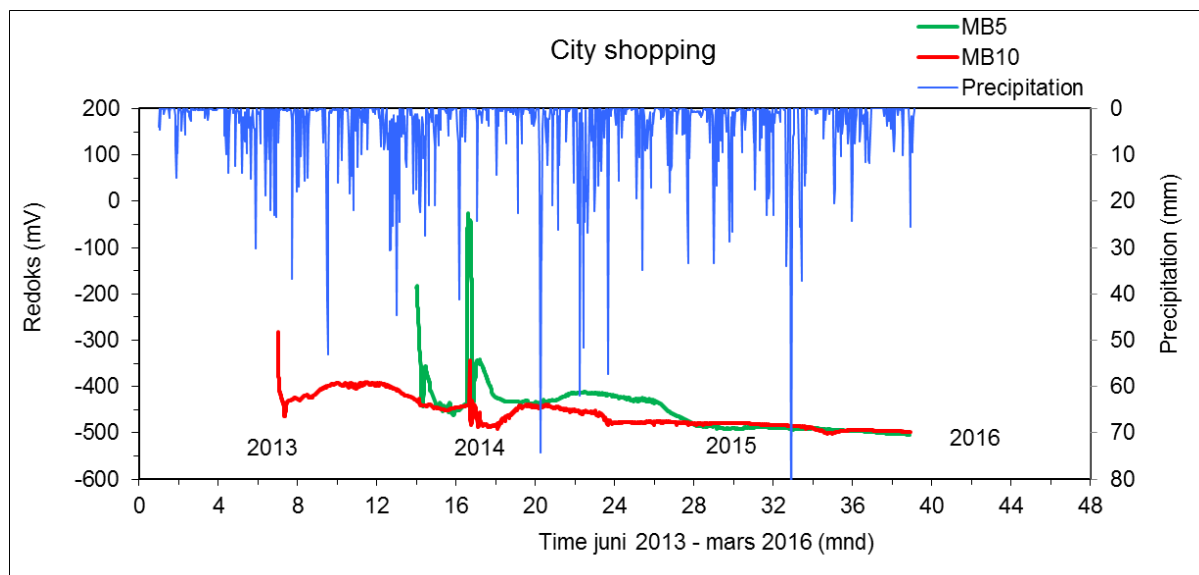
Kulturlag 1 (3.65 moh) i MB10 kan være i faresonen over grunnvann, men er trolig fuktig nok og har reduserende forhold. Kulturlag 3 (3.47moh) i MB5 er allerede påvist å ha dårligere bevaringsforhold (Bergersen 2015).

### 3.3 Avvik i måleperioden

Det er ikke oppstått nye avvik i datamaterialet fra måleperioden juli mars 2015 til mars 2016. Under vedlikehold og batteriskift 6. mars 2015 var det vanskelig å finne miljøbrønnene i den nye KIWI-butikken. Tore Klevstad som var ansvarlig fra byggherren er informert og skulle kontakte KIWI's butikkansvarlige. MB10 ble funnet under paller med øl i en kjøleanretning og batterier er skiftet her i 2015 (se foto side 8). MB5 må søkes av butikkansavarlig og byggherre slik at miljøbrønnen blir tilgjengelig for videre overvåking. NIBIO har ikke hørt noen fra byggherre. Miljøbrønnene var ikke merket på oversiktskart på faste og løse installasjoner i butikken. På overvåkingsdataene er det per april 2016 fortsatt strøm i utstyret for MB10, men batterinivået går mot slutten for MB 5. NIBIO har koordinatene for MB5 og vil forsøke å lete opp brønnen hvis det er signaler i butikken.



Figur 3. Konduktivitet (ledningsevne) (over) og pH (under) i grunnvann fra miljøbrønnene MB5 og MB10. Data er sammenstilt med nedbørsdata fra Tønsberg (data fra [www.yr.no](http://www.yr.no)).



Figur 4. Redoksforholdene i grunnvann fra miljøbrønnene MB5 og MB10. Data er sammenstilt med nedbørsdata fra Tønsberg (data fra [www.yr.no](http://www.yr.no)).

## 4 KONKLUSJONER

Miljøovervåkingen årene fra 2013 ut mars 2016 dokumenterer et tilfredsstillende grunnvannsnivå, sannsynligvis i god kontakt med kulturlagene under nytt bygg. Kulturlag i kontakt med grunnvannet vil ha fortsatt gode bevaringsforhold slik som påvist ved forundersøkelsen.

Temperaturen er forholdsvis lik i begge miljøbrønner, men er funnet 4-5 grader høyere sammenliknet med miljøbrønner som ikke er direkte påvirket av bygg målt i nærliggende miljøbrønner på samme nivå i Nedre Langgate 43. Dette indikerer at butikklokalet/nytt bygg øker temperaturen på grunnvannet under bygget. Hvor stor skade på kulturlagene denne temperaturøkning kan utgjøre over tid er vanskelig å vurdere. Økt temperatur og oksygen øker nedbrytingen av organisk materiale. Målte redoksforhold indikerer imidlertid at det ikke tilføres oksygen i kulturlagene under nytt bygg.

Ledningsevnen er på samme nivå i begge brønner og har sunket og stabilisert seg på  $2.8 \text{ mS cm}^{-1}$ . pH varierte i starten før bygget var ferdigstilt, men har steget til det nøytrale området mellom pH 7 og 7.5, noe som er gunstig for bevaring av uorganiske gjenstander i kulturlagene.

Målingene i slutten av første periode viser nå mer stabiliserende forhold etter at nytt bygg er ferdigstilt. Nytt bygg har så langt ikke virket destabiliserende for de underliggende kulturlagene.

# LITTERATURREFERANSER

**Bergersen, O. & Petersen, A. H. 2010.** Storgaten 30-32, "City Shopping", Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke Bioforsk NIKU rapport Vol 5 (149) 2010.

**Bergersen, O. 2012.** Miljøovervåking av kulturminner fra miljøbrønn på tomten Storgaten 30-32, City Shopping i Tønsberg. Bioforsk rapport Vol 7 (9) 2012.

**Bergersen, Ove. 2013.** Miljøovervåking av kulturlag fra Middelalderen under bygging og etter at nybygg ved Nedre Langgate 41-43, Tønsberg. Sluttrapport. Bioforsk rapport 8 (19) 2013.

**Bergersen, Ove. 2014.** Miljøovervåking av middelalder båt i fjernvarmegrøft ved Nedre Langgate 19, Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke. Sluttrapport. Bioforsk rapport 9 (40) 2014.

**Bergersen, O. 2015.** Miljøovervåking av miljøbrønn MB5 & MB10, "Foyn eiendom", Tønsberg kommune, Vestfold Fylke. Status rapport I for perioden 2013 - 2014. Bioforsk rapport Vol.10 (56) 2014.

**Hollesen, J. Matthiesen, H. 2011.** The effect of temperature on the decomposition of urban layers at Bryggen in Bergen. Nationalmuseet in Denmark. Report no. 11031048. 2011.

**Petersen, A. H., Bergersen, O. 2015.** In situ preservation in the unsaturated zone: Results from environmental investigations at the "Schultz gate" case study in the medieval town of Trondheim, Norway. *Conservation and Management of Archaeological Sites* 2015; Volum 18. BIOFORSK NIKU (til trykking)



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.